

ОПЫТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ г. ТОМСКА

Г. А. СУЛАКШИНА, Л. А. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ

(Представлено научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)

При современных масштабах строительных работ особенно большое значение имеет своевременное и качественное выполнение инженерно-геологических исследований, необходимых для обоснования проектов сооружений. В обращении участников Всесоюзного совещания работников проектных организаций ко всем инженерам, архитекторам и техникам-проектировщикам отмечается, что одной из причин отставания разработки проектов районной планировки является несвоевременное выполнение изыскательских работ, в том числе и инженерно-геологических. Решение этой проблемы, очевидно, может быть достигнуто заблаговременным составлением инженерно-геологических карт для районов предполагаемых строителей и в первую очередь для территории крупных городов. Эта задача может быть решена особенно просто в связи с тем, что на территории крупных городов и промышленных центров в течение многих лет систематически производятся различные инженерно-геологические работы по отдельным строительным площадкам. Сбор материалов таких исследований и обобщение их в виде карты инженерно-геологических условий строительства может явиться основой для составления проектов планировки и инженерной подготовки городских территорий.

Ниже приводится опыт составления инженерно-геологических карт для территории г. Томска.

В течение нескольких лет сотрудниками кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и общей геологии Томского политехнического института в содружестве с областным управлением по делам строительства и архитектуры был проведен сбор фактического геологического материала в проектных и других организациях города и наблюдения за физико-геологическими явлениями, развитыми на его территории.

Детальное изучение собранных материалов по геологии, гидрогеологии и инженерной геологии города показало, что условия строительства в разных районах городской территории резко различны. Это наглядно иллюстрируется приведенной ниже инженерно-геологической характеристикой города.

В соответствии с основными принципами инженерно-геологического районирования в основу инженерно-геологической характеристики г. Томска было положено геоморфологическое расчленение, предложен-

ное Б. В. Плотниковым (рис. 1), согласно которому на территории г. Томска прослеживается семь террас р. Томи, вытянутых в северо-западном направлении. Анализ инженерно-геологических особенностей территории в отношении состава, свойств грунтов и физико-геологических явлений, проведенный по отдельным террасам, позволил наметить следующие особенности шести террас.

I терраса

Общий сводный разрез рыхлой толщи первой террасы в пределах мощности сжимаемой толщи в 10—15 м характеризуется чередованием следующих разностей:

1. Насыпной грунт крайне разнообразного состава (суглинки или супеси с включениями растительных остатков, кирпича, гальки, хряща и т. д.) с линзами торфянистых отложений и горизонтами погребенных почв. Мощность 1,5—8,0 м.

2. Суглинки иловатые и гумусированные, с линзами ила и торфа. Мощность 1,0—8,0 м.

3. Супеси легкие с прослоями песка и с включениями гальки, подстилаются песком и галечником. Обводнены, в скважинах оплывают. Вскрыты до глубины 10—15 м. При глубине заложения фундаментов в 2,20 и 4,0 м несущими являются насыпные грунты и суглинки иловатые.

Физико-технические свойства несущих грунтов не изучены. Это является одной из задач, требующих разрешения в ближайшее время. Физико-технические свойства иловатых суглинков характеризуются высокими значениями естественной влажности и коэффициента пористости и низкими допускаемыми нагрузками порядка 1,25—1,5 кг/см² (табл.).

Грунты I террасы сильно обводнены. Грунтовые воды и верховодка располагаются близко от поверхности земли (0,5—3,0 м), вызывая заболачивание, наледи и пучины.

II терраса

В общем разрезе грунтов рыхлой толщи II террасы наблюдаются следующие разности:

1. Насыпной грунт мощностью 2,0—5,0 м.

2. Иловатые суглинки и супеси с прослоями и линзами ила и торфа.

3. Суглинки тяжелые — мощность 0,5—4,0 м с линзами глин. Вскрыты до глубины 10,0 м. Несущие грунты — преимущественно насыпные и иловатые суглинки. Физико-технические свойства грунтов (табл. 1), обводненность и физико-геологические явления аналогичны I террасе. Изученность II террасы — неравномерная, южная ее половина изучена значительно слабее северной.

III терраса

Для разреза III террасы характерно развитие следующих разновидностей грунтов:

1. Насыпной грунт мощностью до 2,5 м.

2. Суглинки легкие, сменяющиеся тяжелыми и легкими супесями, в южной части — песками. Мощность от 2,0 до 7,0 м.

3. Суглинки тяжелые, участками макропористые и лёссовидные. Мощность 1,5—7,0 м.

4. Супеси легкие, вскрыты до глубины 10 м. Основными несущими грунтами на этой террасе являются суглинки и супеси. Характеристики физико-технических свойств этих грунтов сведены в таблицу. Как видно из таблицы, допускаемые нагрузки на несущие грунты колеблются в среднем в пределах 2,0—2,5 кг/см².

Глубина залегания грунтовых вод и верховодки свыше 3 м от поверхности земли. Режим грунтовых вод не изучен. Вместе с тем знание его необходимо, так как в связи с сильно пылеватым составом грунтов

Схематический геоморфологический разрез
по правому берегу р. Томи в р-не г. Томска

Составил Б. В. Плотников 1957г.

Верт. масштаб 1:500

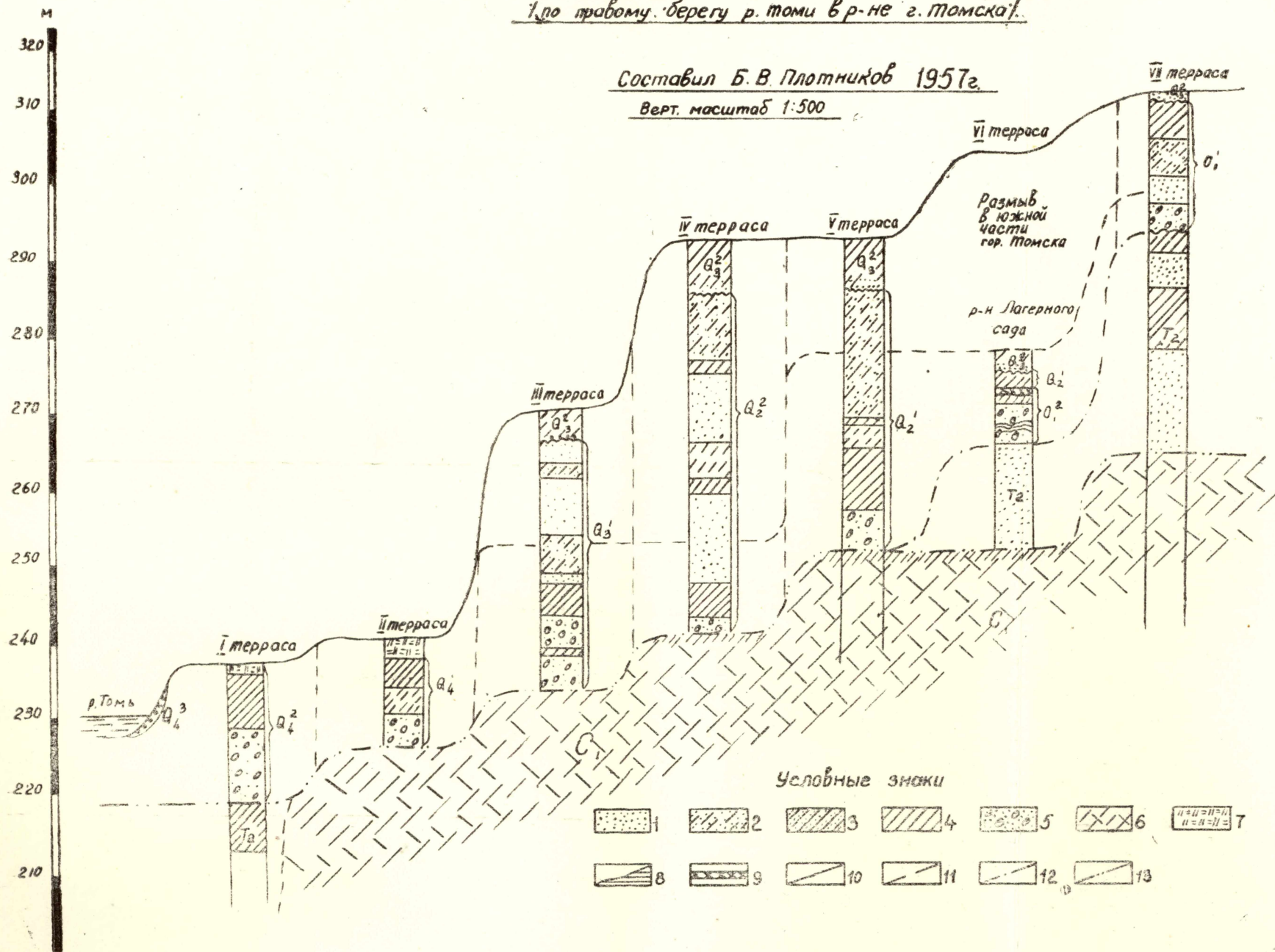


Рис. 1. Схематический геоморфологический разрез (по Б. В. Плотникову, 1957).

Условные обозначения:

1 — пески; 2 — супеси; 3 — суглинки; 4 — глина; 5 — галечники; 6 — палеозойские глинистые сланцы и песчаники; 7 — насыпной грунт; 8 — ленточные глины; 9 — погребенные почвы; 10 — современная поверхность террас (не размытая); 11 — современная поверхность террас (размытая); 12 — граница третичных отложений; 13 — поверхность палеозоя.

Сводная таблица физико-технических свойств грунтов по террасам г. Томска

| Терраса | Несущие грунты | Количество исследованных образцов | Удельный вес, $г/см^3$ | Объемный вес (естественный), $г/см^3$ | Объемный вес скелета, $г/см^3$ | Коэффициент пористости | Естественная влажность | Степень влажности | Верхний предел пластичности, % | Нижний предел пластичности, % | Число пластичности | Коэффициент макропористости | Ориентировочная допустимая нагрузка, $кг/см^2$ | |
|---------|--|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|---------|
| | | | | | | | | | | | | | от до | среднее |
| I | Суглинки | 27 | 2,16—2,72 | 1,75—2,07 | 1,32—1,74 | 0,59—0,95 | 16,4—37,8 | 0,6—1,0 | 20,0—42,0 | 13,0—30,0 | 7—16 | — | 1,25—2,5 | 1,8 |
| | Суглинки иловатые | 10 | 2,59—2,72 | 1,51—1,80 | 1,16—1,34 | 1,0—1,22 | 30,6—40,02 | 0,75—0,85 | 27—42,0 | 21,0—28,0 | 7,0—16,0 | — | 1,0 | 1,0 |
| II | Суглинки и суглинки иловатые | 8 | 2,62—2,67 | 1,54—2,0 | 1,06—1,59 | 0,67—1,50 | 23,0—49,1 | 0,8—1,0 | 32,0—49,0 | 18,0—28,0 | 14,0—20,0 | — | 1,0—1,8 | 1,5 |
| III | Суглинки легкие, местами макропористые | 8 | 2,64—2,72 | 1,64—1,93 | 1,40—1,59 | 0,71—0,90 | 11,9—21,6 | 0,38—0,82 | 19,0—27,0 | 12,0—17,0 | 7,0—12,0 | — | 1,5—2,5 | 2,0 |
| | Супеси легкие, тяжелые, макропористые | 30 | 2,64—2,72 | 1,62—1,99 | 1,45—1,69 | 0,56—0,88 | 8,3—21,6 | 0,20—0,87 | 17,0—25,0 | 14,0—19,0 | 1,0—7,0 | — | 2,0—2,75 | 2,4 |
| IV | Супеси пылевые | 26 | 2,68—2,71 | 1,64—2,11 | 1,47—1,77 | 0,52—0,83 | 8,7—29,2 | 0,3—1,04 | 17,0—27,0 | 15,0—19,0 | 1,0—7,0 | — | 1,5—2,5 | 2,25 |
| | Суглинки легкие | 8 | 2,63—2,71 | 1,89—2,14 | 1,55—1,78 | 0,48—0,73 | 17,1—24,6 | 0,66—1,00 | 19,0—26,0 | 15,0—18,0 | 7,0—11,0 | — | 1,5—2,0 | 1,9 |
| V | Суглинки лесовидные | 128 | 2,59—2,73 | 1,57—2,07 | 1,37—1,72 | 0,54—0,96 | 5,65—27,6 | 0,2—1,00 | 20,0—33,0 | 10,0—21,0 | 2,0—17,0 | 0,0—0,7 | 1,5—2,5 | 1,9 |
| | Суглинки | 80 | 2,59—2,74 | 1,67—2,10 | 1,31—1,73 | 0,49—0,98 | 11,4 | 0,39—1,0 | 20,0—37,0 | 11,0—22,9 | 7,0—15,0 | — | 1,25—3,0 | 2,7 |
| | Супеси макропористые | 16 | 2,64—2,70 | 1,42—1,90 | 1,39—1,61 | 0,60—0,99 | 5,0—21,3 | 0,19—0,91 | 18,8—25,0 | 15,0—19,0 | 3,0—6,0 | 0,02 | 1,50—2,5 | 2,2 |
| | Супеси | 38 | 2,63—2,72 | 1,65—2,10 | 1,52—1,81 | 0,47—0,79 | 5,0—29,8 | 0,15—1,0 | 15,9—25,1 | 15,23—19 | 01,0—7,0 | — | 2,0—3,0 | 2,6 |

можно ожидать, что повышение уровня грунтовых вод может привести к снижению несущей способности грунтов до менее $1,5 \text{ кг/см}^2$.

IV терраса

Общий разрез грунтов рыхлой толщи IV террасы представлен следующими разностями:

1. Насыпной грунт мощностью до 2,5 м.
2. Суглинки легкие, местами иловатые, с линзами торфа. Мощность от 0 до 3,0—4,0 м.
3. Супеси легкие, пылеватые, местами иловатые, с линзами песков и легких суглинков. Мощность от 2,3 до 8,5 м.
4. Суглинки легкие, подстилаются песчано-галечниковыми отложениями, вскрыты до глубины 7—10 м.

Несущими грунтами при глубине заложения фундаментов в 2,5 и 4,0 м на IV террасе являются преимущественно легкие, реже тяжелые пылеватые супеси и легкие суглинки II и III горизонтов.

Как видно из сводной таблицы, допускаемые нагрузки на несущие грунты составляют в среднем $2,0—2,5 \text{ кг/см}^2$, резко снижаясь при залегании их ниже уровня грунтовых вод.

Условия залегания грунтовых вод и верховодки на IV террасе крайне прихотливые. Глубина залегания их колеблется в пределах от 0 до 10 м выше от поверхности земли.

Сильно пылеватый состав грунтов, обводненность и условия поверхностного стока способствуют интенсивному росту оврагов, широко развитых по склонам IV террасы к долине р. Ушайки. С высоким стоянием грунтовых вод здесь связаны также наледи, заболоченность и пучины, наблюдающиеся вдоль склона V террасы.

V терраса

V терраса города изучена наиболее полно. По данным многочисленных выработок, проведенных на территории террасы, сводный разрез грунтов рыхлой толщи террасы представляется в следующем виде:

1. Покровная толща лёссовидных и макропористых, местами деградированных грунтов. Представлена легкими и тяжелыми супесями и суглинками, на отдельных участках хорошо сохранившими все характерные особенности лёссовидных грунтов. Мощность 4,0—7,0 м.
2. Пески, легкие супеси, в западной части террасы сменяющиеся суглинками и глинами. Мощность 3,0—6,0 м.
3. Тяжелые суглинки и глины вскрыты до глубины 10,0 м.

Состав грунтов покровной толщи на глубинах заложения фундаментов чрезвычайно пестрый. На участке террасы, расположенном к югу от реки Ушайки, развиты преимущественно легкие суглинки с линзами тяжелых, иловатых.

К северу от р. Ушайки на V террасе преобладают лёссовидные грунты, и только в самом северном углу террасы, гипсометрически расположенном ниже остальной части, лёссовидные суглинки выклиниваются, сменяясь обычными легкими суглинками.

Физико-технические свойства несущих грунтов V террасы характеризуются весьма пестрыми показателями. Допускаемые нагрузки для несущих грунтов изменяются на очень коротких расстояниях в пределах от $1,5$ до $3,0 \text{ кг/см}^2$. При оценке отдельных строительных площадок необходимо иметь в виду возможность неравномерных осадок.

Грунтовые воды в пределах V террасы залегают на глубине выше 10 м. Физико-геологических явлений здесь не наблюдается.

VI терраса

Степень изученности VI террасы весьма неравномерна. Останец ее, расположенный в юго-западной части города, изучен с большой степенью детальности. Для большей части этой территории города подробная

характеристика инженерно-геологических условий может быть дана без дополнительных исследований.

Общий сводный разрез рыхлых грунтов VI террасы следующий:

1. Покровная толща, представленная пылеватыми легкими и тяжелыми суглинками и супесями с линзами лёссовидных суглинков. Мощность 4,07 м.

2. Суглинки тяжелые и глины. Мощность 1,5—2,0 м.

3. Песок с галечником вскрыт на глубине 6,0—9,0 м. Несущими грунтами являются отложения покровной толщи, по составу и свойствам аналогичные грунтам V террасы (таблица).

Грунтовые воды на пологих участках террасы залегают на глубине свыше 10 м.

Сильно пылеватый состав лёссовидных грунтов, выходы на склонах грунтовых вод и условия поверхностного стока способствуют бурному развитию оврагов.

Из приведенной краткой инженерно-геологической характеристики отдельных террас очевидно, что основными природными факторами, определяющими условия строительства в г. Томске в порядке их значимости, являются:

1. Сильная расчлененность рельефа, связанная с наличием на городской территории террас р. Томи, долины р. Ушайки и хорошо развитой овражной сети.

2. Прихотливое залегание грунтовых вод и верховодки, встречающееся на глубинах от 0,5 до 10 и выше метров от поверхности земли.

3. Пестрота состава и свойств несущих грунтов, среди которых встречаются все разновидности рыхлых грунтов: глины, суглинки иловатые, гумусированные, легкие, тяжелые, макропористые непросадочные и просадочные, супеси и пески. Допускаемые нагрузки несущих грунтов колеблются в широких пределах — от 1,0 до 2,5 кг/см², резко изменяясь на очень коротких расстояниях.

4. Разнообразные физико-геологические явления, связанные с особенностями состава грунтов и условиями их обводнения, усложняющие условия строительства и эксплуатации сооружений.

В соответствии с наличием того или иного сочетания природных факторов на территории г. Томска в целом можно выделить следующие три группы районов, различных по условиям строительства:

а) районы, не требующие инженерной подготовки;

б) районы, пригодные для строительства, но требующие инженерной подготовки;

в) районы, непригодные для строительства.

К первой группе районов, не требующих инженерной подготовки, относятся пологие участки высоких и низких террас с глубиной залегания грунтовых вод более 3,0 м. Такие участки почти не требуют планировки, глубокое залегание грунтовых вод устраняет необходимость в устройстве дренажей, физико-геологические явления отсутствуют.

Большая часть лёссовидных грунтов, распространенных на этих участках, непросадочна. Просадочные разности встречаются небольшими пятнами, характеризуются обычно I категорией просадочности и требуют лишь предохранения грунтов от замачивания и промерзания в процессе строительства и соблюдения правил эксплуатации зданий.

Вторая группа районов объединяет участки, требующие различной инженерной подготовки.

К ним относятся:

1. Пологие участки I и II террас и незатопляемые участки долины р. Ушайки (поселок Черемошники). Несущие грунты на глубинах заложения фундаментов в 2,5 и 4,0 м представлены преимущественно илова-

тыми суглинками и глинами с прослоями и линзами илов и торфа, несущая способность которых низкая, не превышающая обычно $1,5 \text{ кг/см}^2$. Грунтовые воды и верховодка на этих участках залегают высоко — на глубинах от поверхности до 0,5 м и от 0,5 до 3,0 м.

С высоким стоянием грунтовых вод и увлажнением поверхностными водами связаны заболоченность и пучины дорог. Увлажнение грунтовыми водами со склона III террасы зимой вызывает наледи. Для нормального развития промышленного и гражданского строительства на этих участках необходимо:

- а) снизить уровни грунтовых вод и верховодки;
- б) перехватить и отвести в сторону подземный сток в основании III террасы;
- в) упорядочить поверхностный сток.

Осуществление указанных мероприятий устранит заболоченность, пучины и наледи. Несущая способность грунтов при этом существенно не изменяется, так как фильтрационная способность грунтов очень низкая.

2. Пологие участки IV террасы. Несущие грунты на глубине 2,5 и 4,0 м представлены обводненными плавучими супесями, несущая способность которых в среднем менее $1,5 \text{ кг/см}^2$.

Грунтовые воды и верховодка расположены на глубине от поверхности до 0,5 м и местами от 0,5 до 3,0 м, что вместе с поверхностным увлажнением со склона V террасы вызывает наледи, пучины дорог, заболоченность.

Необходимая инженерная подготовка данной территории должна заключаться в следующем:

- а) упорядочение поверхностного стока;
- б) подземный горизонтальный дренаж грунтовых вод и верховодки.

Эти мероприятия позволяют ликвидировать заболоченность, наледи и пучины дорог, а также повысить несущую способность грунтов с менее $1,5 \text{ кг/см}^2$ в среднем до $2,0 \text{ кг/см}^2$.

3. Склоны III, IV, V, VI террас с глубиной залегания грунтовых вод от поверхности до 0,5 м и от 0,5 до 3,0 м. Выходы грунтовых вод на склонах способствуют развитию оврагов (местами быстрорастущих), оползанию склонов и образованию пучин.

Мероприятия, определяющие возможность использования данной территории для строительства, следующие:

- а) планировка склонов;
- б) снижение уровней грунтовых вод;
- в) укрепление и засыпка оврагов, залесение и задерновка склонов, устройство перемычек.

В качестве специальных мер по борьбе с оползнями на важных для города участках может быть рекомендовано запрещение строительства на участках развития оползней с использованием их под лесонасаждения, сады и парки.

Снижение уровней грунтовых вод может быть осуществлено устройством преимущественно горизонтального дренажа и использованием в некоторых случаях поглощающих колодцев.

4. Склоны III, IV, V, VI террас, сложенные сильно пылеватými грунтами с глубиной залегания грунтовых вод свыше 3,0 м. Сильно пылеватый состав грунтов, неупорядоченный сток поверхностных и хозяйственных вод, выходы в основании склонов грунтовых вод способствуют местами катастрофически быстрому росту оврагов, выводящих из строя значительные площади полезной территории.

Использование данной территории для строительства, парковых насаждений требует немедленного осуществления следующих мероприя-

тий: а) планировки склонов, б) упорядочения стока поверхностных и хозяйственных вод, в) дренажа грунтовых вод, г) укрепления оврагов; д) строгого соблюдения правил производства строительных работ.

5. Склоны III, IV, V, VI террас с глубиной залегания грунтовых вод свыше 3,0 м, местами осложненные недействующими оврагами. Использование этих участков для целей строительства не вызывает затруднений и связано лишь с незначительной планировкой склонов и засыпкой оврагов.

В третью группу районов, непригодных для строительства, попадают постоянно и периодически затопляемые участки долины р. Ушайки.

Приведенная схема инженерно-геологического районирования территории г. Томска, отраженная на карте инженерно-геологического районирования, используется городскими проектными организациями для составления проекта инженерной подготовки территории города и для решения ряда частных инженерно-геологических вопросов (проведение трасс канализаций, трамвайных линий и т. д.) со значительно сокращенным объемом работ.